

## EPICU01 - Validation de la commande POST\_K\_BETA

---

### Résumé :

Ce test valide le fonctionnement de la commande `POST_K_BETA` qui calcule les facteurs d'intensité de contraintes aux deux pointes de défauts, à l'aide des contraintes aux nœuds issues de la résolution mécanique.

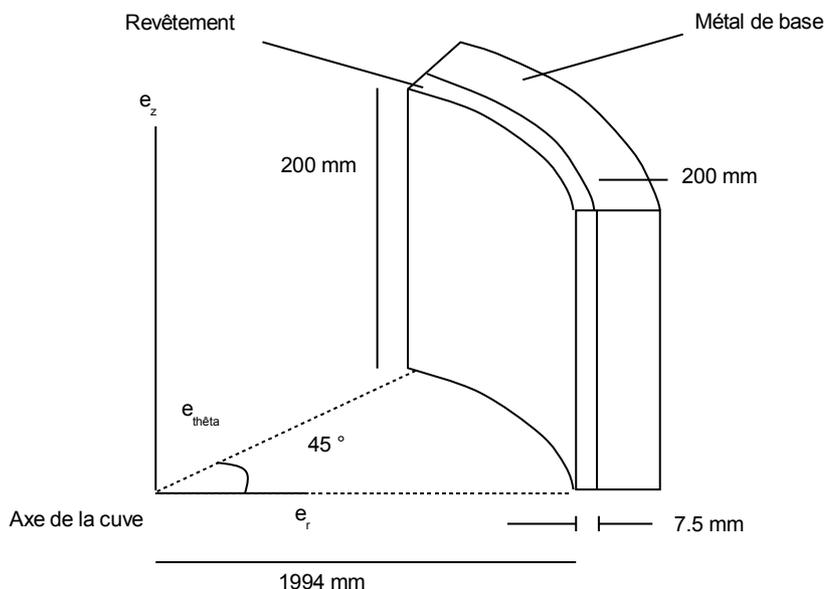
Ce test se décompose en deux types de modélisation :

- EPICU01a : modélisation axisymétrique,
- EPICU01b : modélisation 3D .

## 1 Problème de référence

### 1.1 Géométrie

La géométrie étudiée est celle d'une tranche de cuve bi-métal, limitée à 45 degrés en azimut.

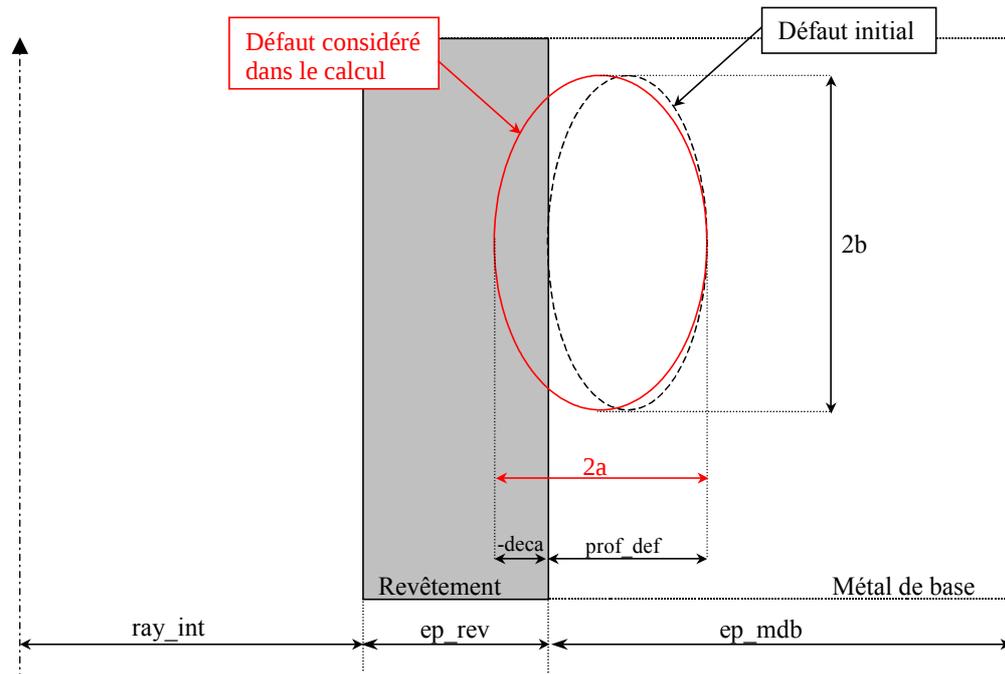


#### 1.1.1 Défaut considéré

Dans la méthode  $K\beta$ , le défaut n'est pas modélisé dans le maillage. Le maillage permet de calculer les contraintes aux nœuds. Un post-traitement est ensuite appliqué pour calculer le facteur d'intensité des contraintes par la méthode  $\beta$  à partir des contraintes aux nœuds (la méthode est détaillée dans [R7.02.10]).

Pour ce test, le défaut considéré est elliptique et d'orientation longitudinale. Ses dimensions sont les suivantes (voir figure qui suit) :

- profondeur :  $prof_{def} = 6\text{mm}$
- largeur :  $2b = 60\text{mm}$
- décalage dans le revêtement :  $deca = -0,2\text{mm}$



Axe de la cuve

## 1.2 Propriétés de matériaux

Pour le calcul en thermique :

Deux propriétés sont renseignées, il s'agit de :

- LAMBDA : conductivité thermique isotrope fonction de la température, exprimée en  $W.m^{-1}.K^{-1}$ ,
- BETA : enthalpie volumique en fonction de la température, exprimée en  $J.m^{-3}$ .

Pour le revêtement :

| Température ( °C ) | LAMBDA |
|--------------------|--------|
| 0                  | 14.7   |
| 20                 | 14.7   |
| 50                 | 15.2   |
| 100                | 15.8   |
| 150                | 16.7   |
| 200                | 17.2   |
| 250                | 18     |
| 300                | 18.6   |
| 350                | 19.3   |

| Température ( °C ) | BETA          |
|--------------------|---------------|
| 0                  | 0.000000.E+00 |
| 50                 | 1.102100.E+08 |
| 100                | 3.013300.E+08 |
| 150                | 5.014300.E+08 |
| 200                | 7.081300.E+08 |
| 250                | 9.188800.E+08 |
| 300                | 1.132910.E+09 |



Pour le métal de base :

| Température ( ° C ) | LAMBDA |
|---------------------|--------|
| 0                   | 37.7   |
| 20                  | 37.7   |
| 50                  | 38.6   |
| 100                 | 39.9   |
| 150                 | 40.5   |
| 200                 | 40.5   |
| 250                 | 40.2   |
| 300                 | 39.5   |
| 350                 | 38.7   |

| Température ( ° C ) | BETA          |
|---------------------|---------------|
| 0                   | 0.000000.E+00 |
| 50                  | 1.061900.E+08 |
| 100                 | 2.903300.E+08 |
| 150                 | 4.829100.E+08 |
| 200                 | 6.832800.E+08 |
| 250                 | 8.921600.E+08 |
| 300                 | 1.109440.E+09 |
| 350                 | 1.335060.E+09 |

Pour le calcul en mécanique :

Quatre paramètres sont renseignés, il s'agit de :

- $E$  : module d'Young, exprimé en  $Pa$ ,
- $\nu=0.3$  : coefficient de Poisson,
- ALPHA : coefficient de dilatation thermique isotrope, exprimée en  $^{\circ}C$ ,
- TEMP\_DEF\_ALPHA = 20 : valeur de la température à laquelle les valeurs du coefficient de dilatation thermique ALPHA ont été déterminées, exprimée en  $^{\circ}C$ .

Pour le revêtement :

| Température ( ° C ) | E         |
|---------------------|-----------|
| 0                   | 1.985E+11 |
| 20                  | 1.97E+11  |
| 50                  | 1.95E+11  |
| 100                 | 1.915E+11 |
| 150                 | 1.875E+11 |
| 200                 | 1.84E+11  |
| 250                 | 1.8E+11   |
| 300                 | 1.765E+11 |
| 350                 | 1.72E+11  |

| Modélisation a      |            |
|---------------------|------------|
| Température ( ° C ) | ALPHA      |
| 0                   | 1.756E-05  |
| 20                  | 1.764E-05  |
| 50                  | 1.7787E-05 |
| 100                 | 1.8019E-05 |
| 150                 | 1.8225E-05 |
| 200                 | 1.8575E-05 |
| 250                 | 1.8568E-05 |
| 300                 | 1.8768E-05 |

| Modélisation b      |           |
|---------------------|-----------|
| Température ( ° C ) | ALPHA     |
| 20                  | 1.64E-05  |
| 50                  | 1.654E-05 |
| 100                 | 1.68E-05  |
| 150                 | 1.704E-05 |
| 200                 | 1.72E-05  |
| 250                 | 1.75E-05  |
| 300                 | 1.777E-05 |

Pour le métal de base :

| Température ( ° C ) | E        |
|---------------------|----------|
| 0                   | 2.05E+11 |
| 20                  | 2.04E+11 |
| 50                  | 2.03E+11 |
| 100                 | 2E+11    |
| 150                 | 1.97E+11 |
| 200                 | 1.93E+11 |
| 250                 | 1.89E+11 |
| 300                 | 1.85E+11 |
| 350                 | 1.8E+11  |

| Modélisation A      |            |
|---------------------|------------|
| Température ( ° C ) | ALPHA      |
| 0                   | 1.2878E-05 |
| 20                  | 1.3002E-05 |
| 50                  | 1.3198E-05 |
| 100                 | 1.3521E-05 |
| 150                 | 1.382E-05  |
| 200                 | 1.4102E-05 |
| 250                 | 1.4382E-05 |
| 300                 | 1.4682E-05 |

| Modélisation B      |           |
|---------------------|-----------|
| Température ( ° C ) | ALPHA     |
| 20                  | 1.122E-05 |
| 50                  | 1.145E-05 |
| 100                 | 1.179E-05 |
| 150                 | 1.214E-05 |
| 200                 | 1.247E-05 |
| 250                 | 1.278E-05 |
| 300                 | 1.308E-05 |

## 1.3 Conditions aux limites et chargements

Les conditions aux limites imposées sont celles d'un système axisymétrique.

Deux types de chargements sont appliqués :

- échange thermique en peau interne,
- pression fluide en peau interne.

## 2 Solution de référence

### 2.1 Résultats de référence

Les résultats de référence sont ceux issus d'un calcul similaire effectué à partir du code CUVE1D. Le cas 3D traité ici est identique à la simulation 1D analogue obtenue avec la version 2.1 de CUVE1D, qui sert de référence.

Ces calculs réalisés avec CUVE1D sont détaillés dans la note de validation de ce logiciel :  
« CUVE1D Version 2 - Note de validation » H-T26-2007-00833-FR.

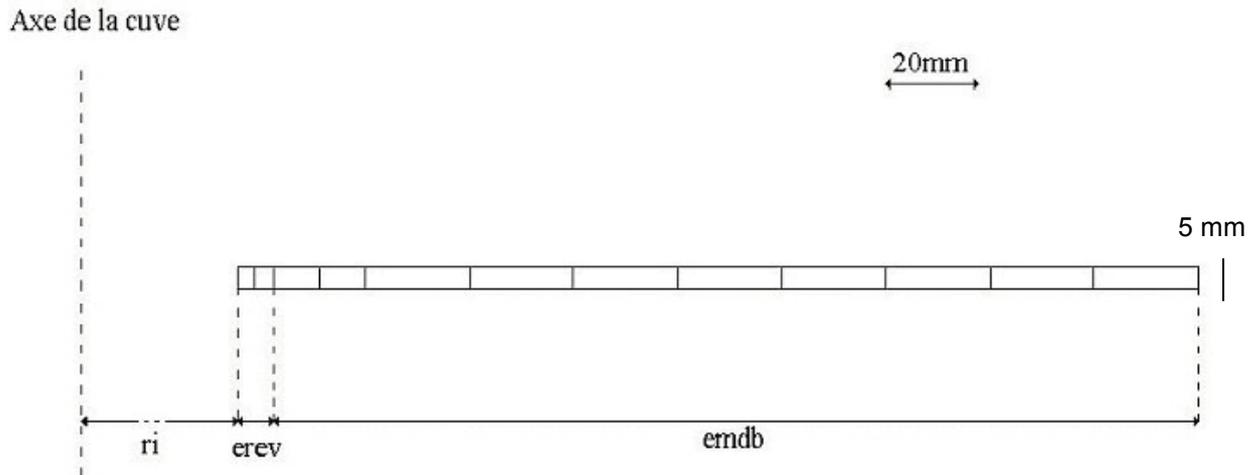
### 2.2 Incertitude sur la solution

Les incertitudes sur la solution de référence sont estimés à 2% .

## 3 Modélisation A

### 3.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 2D , axisymétrique (SEG3, QUAD8)



### 3.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de nœuds : 63  
Nombre d'éléments : 26 SEG3, 12 QUAD8.

### 3.3 Grandeurs testées et résultats

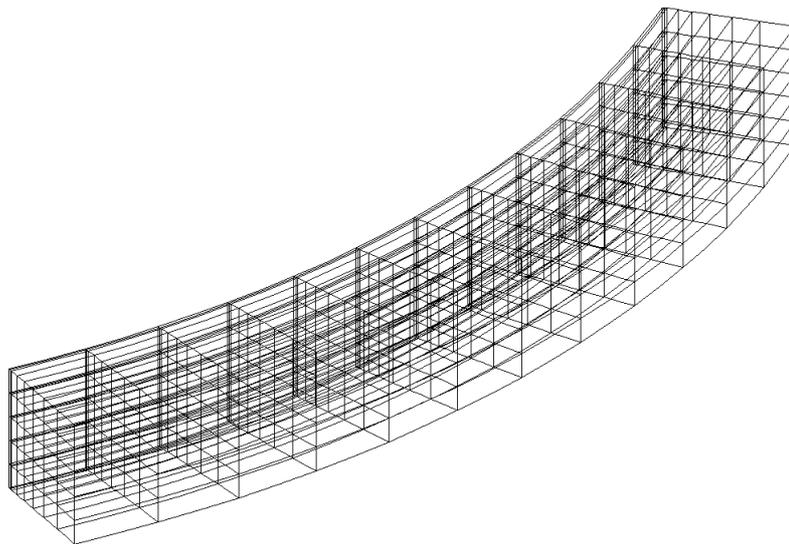
Ci-dessous et en complément de tests de non-régression, la comparaison des résultats Aster par rapport aux résultats de référence issus du code de calcul CUVE1D en version 2.1 :

| Type de valeur | Instant | Référence  | % Tolérance |
|----------------|---------|------------|-------------|
| K1_REV         | 0       | 1.5187E+07 | 1.0         |
| KCP_REV        | 0       | 1.818E+07  | 1.0         |
| TEMPPF REV     | 0       | 287        | 1.0         |
| K1_MDB         | 0       | 1.5223E+07 | 1.0         |
| KCP_MDB        | 0       | 2.0223E+07 | 1.0         |
| TEMPPF MDB     | 0       | 287        | 1.0         |
| K1_REV         | 3871    | 9.462E+06  | 1.0         |
| KCP_REV        | 3871    | 2.6737E+07 | 1.0         |
| TEMPPF REV     | 3871    | 84.88      | 1.0         |
| K1_MDB         | 3871    | 4.29E+06   | 1.0         |
| KCP_MDB        | 3871    | 2.9246E+07 | 1.0         |
| TEMPPF_MDB     | 3871    | 86.05      | 1.0         |

## 4 Modélisation B

### 4.1 Caractéristiques de la modélisation

Modélisation 3D (SEG3, QUAD8, HEXA20)



### 4.2 Caractéristiques du maillage

Nombre de noeuds : 1667

Nombre d'éléments : 40 SEG3, 312 QUAD8, 288 HEXA20

### 4.3 Grandeurs testées et résultats

Ci-dessous et en complément de tests de non-régression, la comparaison des résultats *Aster* par rapport aux résultats de référence issus du code de calcul CUVE1D en version 2.1 :

| Type de valeur | Instant | Référence  | % Tolérance |
|----------------|---------|------------|-------------|
| K1_REV         | 3871    | 9.407E+06  | 1,5         |
| KCP_REV        | 3871    | 25.167E+06 | 1,5         |
| TEMPPF_REV     | 3871    | 84.88      | 1,5         |
| K1_MDB         | 3871    | 3.585E+06  | 1,5         |
| KCP_MDB        | 3871    | 25.894E+06 | 1,5         |
| TEMPPF_MDB     | 3871    | 86.04      | 1,5         |

## 5 Synthèse des résultats

---

Ce cas test valide la commande POST\_K\_BETA pour le premier type de modélisation.